



# **Vanhakin matematiikka kaipaa mikroa ja superia.**

HAASTATELU: PERTTI JOTUNI ■ HENKILÖKUVA: KAIUS HEDENSTRÖM



**Olavi Nevanlinna, 39, työskentelee Teknillisessä korkeakoulussa, Otaniemessä, vuodesta 1987 Suomen Akatemian tutkijaprofessorina. Virkaatekevänä hän hoiti tätä tehtävää jo edellisen vuoden. Matematiikan professorina ja yleensä akateemisessa opetustyössä Nevanlinna on työskennellyt valmistumisestaan saakka 1972.**

**Kahteen eri otteeseen hän on myös toiminut IBM:n tutkimustyössä vanhastaan keskeistä osaa esittävässä Thomas J. Watsonin tutkimuskeskuksessa Yorktown Heightsissa, New Yorkissa, USA:ssa.**

**N**evanlinna ottaa haastattelijan vastaan virkahuoneessaan, jonka hän hymähtäen toteaa pysyvän samana vielä senkin jälkeen, kun hänen matematiikan professuurinsa taannoin muuttui tutkijaprofessoriksi. Paitahihasiltaan ja vapaa-ajan asuisena, Nevanlinna on nykyaikaisen akateemisen sukupolven edustaja, joka vailla tieteeseen niin usein liitettyä jännittämistä ja juhlallisuutta kuvaillee leppoisasti monien mielikuvisia perin erikoislaatuista matemaattikon työtä.

### **Nevanlinnoja piisaa tietokonekaudellakin**

Suomalaisissa oloissa hän ei pääse kuitenkaan vapaaksi toisten ihmisten uteliaisuudesta: miten paikoitettu matematiikan professori Nevanlinna 1980-luvulla Otaniemessä saman suvun lukuisiin hänestä niin taaksepäin kuin sivuillepäinkin leviääkin matemaatikonimiin? Olavi Nevanlinna alistuu tyyneästi tenttiin: hänen isoisänsä oli matematiikan professori Frithiof Nevanlinna, vakuutusmatemaatikko sekä ansiokas algrebran ja lukuteorian tutkija ja opettaja. Rolf Nevanlinna oli Frithiofin nuorempi veli ja siis samalla Olavi Nevanlinnan isosetä.

Useimmat matematiikan professorit ovat Suomessa yliopistojen kasvatteja, mutta eivät kaikki. Olavi Nevanlinna on näistä poikkeuksista yksi: hän on valmistunut teknillisestä korkeakoulusta diplomi-insinööriksi teknisen matematiikan linjalta ja aloittanut tältä pohjalta akateemisen uransa. Hänen erikoisalansa on sovelletun matematiikan piiriin kuuluva numerikka eli laskennollisten menetelmien tutkimus, kehittäminen ja soveltaminen mitä erilaisimpiin käytännön tehtäviin.

Matematiikka on kuitenkin hyvin monialaista työtä eikä sana numerikka välttämättä vielä määrittele kovinkaan tarkoin kenenkään työalaa. Olavi Nevanlinna on siinä keskittynyt noin 30 vuotta sitten alkunsa saaneeseen alueeseen, ns. kankeiden differentiaaliyhtälöiden ominaisuuksien ja ratkaisumenetelmien tutkimukseen.

löiden ominaisuuksien ja ratkaisumenetelmien tutkimukseen.

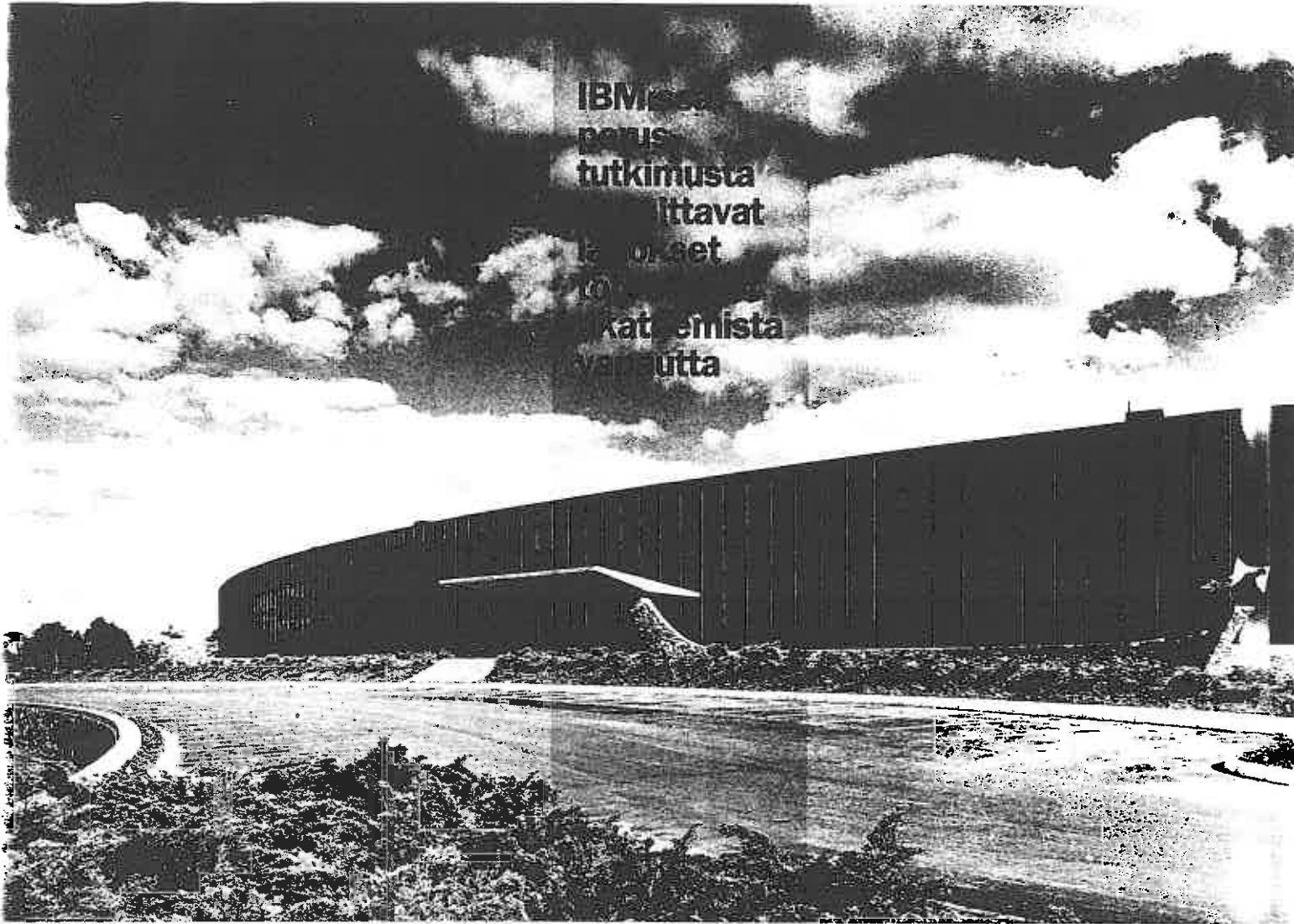
Tässä vaiheessa on ehkä hyvä pysähtyä hieman lähemmin tarkastelemaan maisemaa. Differentiaaliyhtälöt – ehkä akateemisen makuisesta nimestään huolimatta – ovat tuttu, ei suinkaan aina ongelmaton väline, jolla tiede on kuvannut ja tutkinut mm. ajan mukaan muuttuvia ilmiöitä jo yli 250 vuoden ajan. Kun kaikki ympärillämme olevat prosessit ovat yleensä ajan mukaan muuttuvia ilmiöitä, on selvää, että differentiaaliyhtälöt ovat yksi tieteen tärkeimmistä ja myös tekniikan käytännönläheisimmistä työvälineistä.

### **Numeriikka taivuttaa kankeat yhtälöt**

Mutta mikään loppuun saakka tutkittu 'Ojalan laskuoppi' ne eivät ole eivätkä taida sellaiseksi koskaan tullakaan. Johan sen osoittaa sekin, että kankeiden differentiaaliyhtälöiden tapainen uusi tutkimusalue muodostui vasta 1950-luvun lopulla. Se sai alkunsa elektronikasta, mutta toisen keskeisen sovellusalueensa se on saanut kemiallisten, varsinkin entsyymireaktioiden nopeuksien ja kulun tutkimisesta.

Jotkin kankeiden differentiaaliyhtälöiden sovellusalueet voivat tuntua varsin yllättäviltäkin: sellainen on kysymys siitä, miten johtumalla leviävä lämpö jakautuu kiinteään aineeseen eri aikoina. Tämä ongelma on periaatteessa ollut oikeastaan hallinnassa jo 150 vuotta. Mutta yhtä kaikki: se on todettu myös luonteeltaan kankeasti ratkaistavaksi ongelmaksi – tosin vasta sen jälkeen, kun ensin oli havaittu, että on olemassa jotakin sellaista kuin kankeita ongelmia.

Kankeat ongelmat ovat siis eräs laskentaan kuuluvien tehtävien lajityyppi ja seuraava kysymyksemme luonnollisesti on: millainen on kankea ongelma? Olavi Nevanlinna toteaa, että tämä nimi ei ole yhtään sen onnistuneempi kuin sen alkuperäinen ja englanninkielinen vastine 'stiff' eikä ole hänen mukaansa edes selvää, mistä tällainen nimi on keksitty. ▶



### Ilmiö esiintyy tikittäen tai harppoen

Olipa nimi sitten hyvä tai huono, kankeat ongelmat ovat sentään varsin hyvin ymmärrettävästi kuvattavissa. Oikomalla matemaattista kuormaa selitysten pinnalta voidaan yksinkertaisesti sanoa, että kankeaa ilmiötä kuvaa käyrä, jonka alussa, sen ajallisesti ensimmäisissä vaiheissa, esiintyy laajaa ja monimutkaista vaihtelua. Tämän jälkeen käyrä yleensä tasaantuu hyvinkin laakeaksi, vakaaksi kuvajaksi.

Kankeiden ilmiöiden numeerollisen käsittelyn vaikeus johtuu pääasiassa nyt siitä, että samaa menetelmää on vaikea sovittaa molempiin jaksoihin. Olavi Nevanlinna kuvaa ratkaisun sekavaa alkuvaihetta sanomalla, että laskun on edettävä tätä osaa konstruoidessaan pienen pienin askelin tikittä-

*Suuren Elielin poika Eero Saari-  
nen sai arkkitehti-  
koulutuksensa  
Yalen yliopistossa  
Yhdysvalloissa.  
IBM:lle hän suunnit-  
teli Rochesterin  
tehtaan ja  
kuvassa näkyvän  
Thomas J. Watsonin  
tutkimuskes-  
kuksen Yorktown  
Heightsin New  
Yorkin ulkopuo-  
lelle.*

mällä. Mutta jos valitulle menetelmälle pienin askelin tikittäminen on ominaista, niin se tikittää myös käyrän laakealla osalla, jossa harppominen pitkin askelin olisi mahdollista ja mielekkäämpään.

Jos taas valitaan harppova menetelmä heti aluksi, se haukkaa alun kiharat yhdellä tai kahdella

askelella - ja vie luultavasti vielä koko ratkaisun enemmän tai vähemmän pieleen. Tällainen on kankea ongelma tai ilmiö ja sen luonne heijastuu tätä ilmiötä kuvaavan differentiaaliyhtälön piirteissä niin, että ainakin matemaattikko pystyy sen tunnistamaan nimenomaan kankeaksi differentiaaliyhtälöksi.

### Mikropiirisirutkin numerikinan piirissä

Nykyaikainen numerikka kysymisenomaan tietokoneita ja toisinaan sen ongelmat ovat sellaisia, että tulee ajatelleeksi, eikö superkoneilla olisi aivan erikoista saavutettavaa numerikassa. Tyypillisenä esimerkkinä tästä voisi olla eräs toinen ongelmatyyppi, jonka kanssa Olavi Nevanlinna oppilaineen tänään työskentelee. Se on lähtö-

sin VLSI-piirien, siis jopa miljoonia bittejä kerrallaan käsittelevien moderneimpien mikropiirisirujen, suunnittelusta.

Ongelmassa pyritään käytännössä selvittämään, onko annettu piiri toiminnaltaan virheetön (tai, matemaatikkojen ammattikielillä, 'ovatko sen virheet enintään heikkoja?'), kun sen rakenne ja kaikkien siinä käytettyjen komponenttien spesifikaatiot tunnetaan. Viimeksi mainitut eivät useinkaan vielä ole yksittäisiä lukuja, vaan muuttujanalueita, joilla komponentti voi sijouttua mihin pisteeseen hyvänsä.

Kun tämä ongelma sitten puetaan matemaattiseen muotoon, tuloksena on usein tehtävä, jossa yhdellä kertaa ratkaistavana on miljoona differentiaaliyhtälöä ja joka yhtälössä voidaan joutua suorittamaan jopa 10 000 integrointia. Tekniikan kehitystä nykyään niin usein kuvaavien suurien lukujen edessä turraaksi tullut katsoja ei voi edes tajuta, mitä tämä merkitsee: numerikka on nimenomaan tietokoneaikana astunut eteenpäin huiuman huippauksen siitä ajasta toisen maailmansodan jälkeen, jolloin muutaman differentiaaliyhtälön ja enintään joidenkin kymmeneen integraalien koneellinen hallitseminen edusti harvinaislaatuista huippusaavutusta!

Ei ole syytä sanottu, että numerikka on tietokoneaikana ollut yksi matematiikan hedelmällisimpään kehitysvaiheeseen yltäneitä aloja. Sillä onhan sanomattakin selvää, että vain tietokoneilla tällaiset ongelmat voidaan käsitellä ja että ilman tietokoneita niitä ei koskaan olisi tultu kohtaamaan.

### **Tutkija tarvitsee mikroa ja superia**

Voisi näin ollen luulla, että superkone on matemaatikolle ja numerikolle erikoisen houkutteleva väline. Yllättävää kyllä, Olavi Nevanlinna lausuu rentoon tapaansa, että varsinaisessa tutkimustyössä hän tulee hyvin toimeen mikrollaan – superkone on vasta itse ratkaisulaskujen suorittamisessa hyödyksi tai välttämätönkin. Toisaalta voidaan aivan varmasti osoittaa nu-

meeristen menetelmien ja tehtävien matemaattisenkin tutkimuksen piiristä tehtäviä, joissa superkone on väistämätön.

Olavi Nevanlinna on ollut Yorktown Heightsissa kahteen eri otteeseen tutkijana, ensimmäisen kerran vuonna 1977 ja vuosina 1980–1981, vuoden mittaisen jakson kummallakin kerralla. Paikkana hän luonnehtii Yorktown Heightsia yliopistollista ympäristöä muistuttavaksi tutkimusmiljööksi. Lisäksi siellä on – vierailijoille jo tulosta lähtien – kaikki käytännön elämän aiheuttamat ongelmat – kuljetuksista, pakkauksista ja monesta muusta lähtien – pyrittävä ratkaisemaan 'talon puolesta' äärimmäisen pitkälle viedyllä ja tehokkaalla huollolla. Kokonaisuutena Nevanlinna luonnehtii siellä viettämäänsä vuosia lyhyesti sanoilla 'miellyttävä kokemus'.

Eero Saarisen suunnitelmassa ja aikanaan varsin suurta yleismaailmallista huomiota herättäneessä rakennuksessa harjoitetaan perustutkimusta, jolla on vapaan akateemisen työn tunnusmerkit. Tutkijavaihdon kautta työ säteilee vaikutuksia kansainväliseen tiedeyhteisöön.

### **IBM:n tutkimuslaitoksessa monta tiedekuntaa**

Yliopistomaailmasta Yorktown Heights Nevanlinnan mukaan muistuttaa myös siinä suhteessa, että tieteet on jaettu siellä eräänlaisia tiedekuntaa vastaaviin osastoihin. Matemaattisten tieteiden osastossa on tutkijan toimia kaikkiaan noin 60 eli suunnilleen sama määrä kuin kaikissa Suomen yliopistoissa ja korkeakouluissa on matematiikan opettajan ja tutkijan virkoja yhteensä.

Tutkimusympäristönä Yorktown Heights Olavi Nevanlinnan mielestä poikkeaa mielenkiintoisella tavalla muista. Siirtymistä sieltä takaisin muihin töihin IBM:ssä tai jopa kokonaan yhtymän ulkopuolelle tapahtuu melko vähän ja siksi tietyn probleema-alueen parissa työhön Yorktown Heightsissa tullut apulaisineen edustaa tätä tutkimusaluetta jatkossakin.

Kun uudet tutkijat tuovat mukanaan myös uusia probleemoja, seurauksena on, että tutkimusmiljöönä laitos on hyvin monipuolinen ja mielenkiintoinen, mutta sen muuttuminen perustuu enemmän uusien tutkijoiden tulon uusine tehtävineen kuin siihen, että vanhat vaihtaisivat tutkimusobjekteja tai siirtyisivät muualle.

Näin siitä huolimatta, että Yorktown Heightsin tutkimuksella on tietty tuntuma IBM:ää yrityksenä hyödyttäviin aiheisiin ja asioihin – vain IBM Fellow-tittelin saaneilla on vapaus tehdä aivan mitä he tahtovat eikä heitä ole laitoksen tutkijoista kuin pieni osa.

### **Akateemista vapautta käytetään**

Muutoin, tuon aseman saavuttaneet käyttävät myös paljon hyväkseseen asemansa heille suomaa rajoittamatonta vapautta, Nevanlinna toteaa. Hyvin usein he viettävät pitkiä aikoja yhtymän ulkopuolella yliopistoissa luennoitsijoina ja tutkijoina – ja näin säilyvät yhteydet ympäröivään tiedemaailmaan.

Mutta ei Yorktown Heights ole epäterveellä tavalla muusta maailmasta erilleen sulkeutuva yhteisö. Omalla alallaan Nevanlinna tietää käytännön kokemuksesta, että se on monien tämän päivän fyysikaalisen ja teknisen tutkimuksen ongelmien selvittämisessä eturintamassa ja tarjoaa suojissaan mahdollisuuksia osallistua alan huipputyöhön.

Ja vaikka ehkä tämän päivän arkkitehtuuri johtaisikin toisenlaiseen ratkaisuun kuin Eero Saarisen keskykselle suunnittelemaan lasiseinäiseen päärakennukseen, se silti työskentelee 1980-luvun tutkimuksen parissa miljöössä, joka jo 1950-luvulla tuli olemaan osa tämän päivän kulttuurileimaa. Kuuluuhan rakennus Eero Saarisen maineikkaimpiin töihin – ja se lienee ainoa, jolla on myös popularisoitu sen seinien sisällä suoritettavaa tutkimusta. Time-Life-kustantamon Matematiikka-kirjassa Yorktown Heightsin lasiseinän jättiläisvalokuvalla havainnollistetaan integraalilaskennan perusideaa! □